

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-205140

(43)Date of publication of application : 25.07.2000

(51)Int.Cl.

F04B 49/10

(21)Application number : 11-001323

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 06.01.1999

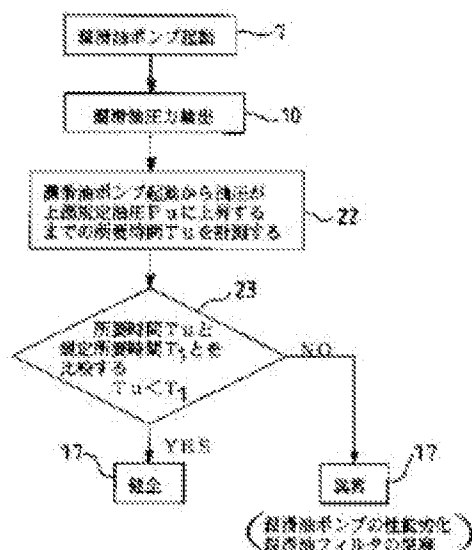
(72)Inventor : NISHINO KIMIAKI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR PREVENTION AND SECURITY OF COMPRESSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent a compressor, etc., from an abrupt stop by logically determining the operating/stopped condition of the compressor, etc., using signals from sensors monitoring the operating condition of the compressor, etc., sensing at early stage any failure or the like without additional provision of any particular sensor(s), displaying the reason for eventual failure in a display part, and conducting in-advance maintenance.

**SOLUTION:** The method and device for prevention and security of a compressor are configured with a pressure sensor to sense the lubricating oil pressure in a pump installed at the compressor, a time measuring means 22 to measure the required time  $T_u$  from the start of the pump till the oil pressure rising to its upper specified level  $P_u$ , a logical circuit 23 which compares the measured  $T_u$  with the specified requisite time  $T_1$  and determines soundness of the lubricating system if the required time  $T_u$  is less than the specified requisite time  $T_1$  and determines a failure in the lubricating system if the former  $T_u$  is longer than the latter  $T_1$ , and a display part 17 to display the determined failure and its reason.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-205140

(P2000-205140A)

(43) 公開日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 4 B 49/10

識別記号

3 3 1

F I

F 0 4 B 49/10

テマコード\* (参考)

3 3 1 D 3 H 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-1323

(22) 出願日 平成11年1月6日 (1999.1.6)

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 西野 公章

東京都江東区豊洲三丁目2番16号 石川島

播磨重工業株式会社豊洲総合事務所内

(74) 代理人 100062236

弁理士 山田 恒光 (外1名)

Fターム (参考) 3H045 AA03 AA05 AA09 AA25 AA26

BA41 CA01 CA03 CA21 CA25

CA26 DA02 DA47 EA13 EA20

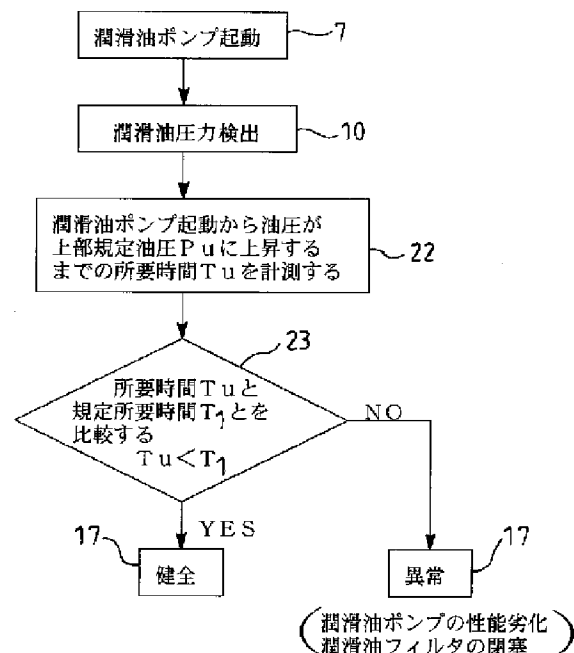
EA38 EA50

(54) 【発明の名称】 圧縮機の予防保全方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 圧縮機等の運転状態を監視しているセンサ類の信号を用いて圧縮機等の運転・停止中の状態を論理的に判断し、特別なセンサ類の追加なしに異常等を早期に検出し、表示部に異常理由を表示して事前メンテナンスを行い、圧縮機等の突発停止を予防する。

【解決手段】 圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧力を検出する圧力センサと、潤滑油ポンプの起動時から油圧が上部規定油圧  $P_u$  に上昇するまでの所要時間  $T_u$  を計測する時間計測手段 22 と、計測した所要時間  $T_u$  と規定所要時間  $T_1$  とを比較して所要時間  $T_u$  が規定所要時間  $T_1$  より短いことにより滑油システムの健全性を判断し、所要時間  $T_u$  が規定所要時間  $T_1$  より長いことにより滑油システムの異常を検出する論理回路 23 と、該論理回路 23 で検出された異常と異常の理由を表示する表示部 17 とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧を検出し、潤滑油ポンプの起動時に上部規定油圧まで油圧が上昇する所要時間或いは潤滑油ポンプの停止時に下部規定油圧まで油圧が降下する所要時間を計測し、計測した所要時間が規定所要時間より短いことにより潤滑油系統の健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法。

【請求項 2】 圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧を検出する圧力センサと、潤滑油ポンプの起動時から油圧が上部規定油圧に上昇するまでの所要時間或いは潤滑油ポンプの停止時から油圧が下部規定油圧に降下するまでの所要時間を計測する時間計測手段と、計測した所要時間と規定所要時間とを比較して所要時間が規定所要時間より短いことにより滑油系統の健全性を判断し、所要時間が規定所要時間より長いことにより滑油系統の異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置。

【請求項 3】 圧縮機の駆動電流を検出し、圧縮機の起動から電流が急上昇した後略無負荷電流に降下するまでの降下時間を計測し、計測した降下時間が規定時間範囲内にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法。

【請求項 4】 圧縮機の駆動電流を検出する電流計と、圧縮機の起動から電流が急上昇した後略無負荷電流に降下するまでの降下時間を計測する時間計測手段と、計測した降下時間と規定時間範囲とを比較して降下時間が規定時間範囲内にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の健全性を判断し、降下時間が規定時間範囲外にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置。

【請求項 5】 圧縮機の吐出圧力を検出し、圧縮機吐出圧力が下限値から上限値まで変化する上昇時間を計測し、計測した上昇時間が規定上昇時間以下であることにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法。

【請求項 6】 圧縮機の吐出圧力を検出する圧力計と、圧縮機吐出圧力が下限値から上限値まで変化する上昇時間を計測する上昇時間計測手段と、計測した上昇時間と規定上昇時間とを比較して上昇時間が規定上昇時間以下であることにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの健全性を判断し、上昇時間が規定上昇時間以上である

ことにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置。

【請求項 7】 圧縮機の特定制荷状態での消費動力を検出し、検出した消費動力が規定消費動力値以上であることにより電動機を停止し、消費動力が規定動力値に対して過小の場合にも異常を検出して、異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法。

【請求項 8】 圧縮機の消費動力を検出する消費動力検出手段と、検出した消費動力が規定動力値以上であることにより圧縮機過負荷の対応を行う論理回路と、消費動力が規定動力値に対して過小の場合に容量調整装置の不良、動力伝達装置の故障による異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置。

【請求項 9】 請求項 1 又は 3 又は 5 又は 7 記載の方法の何れか 2 つ以上を同時に行うことを特徴とする圧縮機の予防保全方法。

【請求項 10】 請求項 2 又は 4 又は 6 又は 8 記載の装置の何れか 2 つ以上を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、天然ガス自動車にガスを供給する圧縮機、あるいは工場の動力源として使用される空気圧縮機等、圧縮機の専門知識が比較的少ない操作員により運転される圧縮機に特に最適な圧縮機の予防保全方法及び装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から用いられている圧縮機の運転保安装置は、圧縮機の吐出圧力、圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧力、圧縮機の吐出流体の温度、圧縮機の駆動電流等をセンサにより検出し、検出信号を論理判断部において各種指令信号と比較することにより、検出信号の有無、検出信号の大小等から、運転可能状態、重・軽故障状態を検出して表示部に表示させるようにしている。

【0003】更に、検出信号が正常値から逸脱している範囲が軽微な場合は軽故障警報を出し、更に逸脱範囲が大幅になった場合には、重故障警報を出すと同時に機械を停止させるようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、圧縮機の運転状態の健全性確認のために、各種センサを使用しているが、何れも下記に示すように単一の目的に使用されていた。

【0005】例えば潤滑油圧力を検出する方式の場合に

においては、圧縮機の回転部分、摺動部分の潤滑のために使用する潤滑油はその圧力が規定値以上であることを要求されるため、これの確認用センサとして圧力スイッチ等を使用している。そして圧縮機運転中に圧力スイッチの信号が規定値以下になった場合は、論理判断部にて故障警報を発生させ、更に圧力が低下した場合には重故障として、圧縮機を停止させ機械の損傷を防止している。

【0006】しかしこの方式では、潤滑油圧力を検出して潤滑油圧力の大小比較を実施するのみの単一機能のみしか保有していないために、万一潤滑油圧を検出する圧力スイッチに至る導圧配管内部で潤滑油の粘度上昇が生じた場合には、潤滑油ポンプの出口で圧力が低下し、圧縮機の潤滑部へ送油されている部分の圧力が低下しても、圧力スイッチにて検出されるまで時間遅れが生じて、この間に機械が破損する恐れもある。即ち、この例では圧力スイッチにより現在の圧力の規定値とを比較しているのみであり、圧縮機の潤滑油系統の健全性を確実に検出していることにはならない。

【0007】更に、潤滑油検出部分の圧力低下時には、圧縮機を停止させて、損傷の拡大を防止することは可能であるが、突然の圧縮機停止により圧縮機の使用プロセスの操業が停止し、多大の操業損失を生ずる恐れもある。

【0008】又、圧縮気体の温度を検出する方式の場合においては、圧縮機各段吐出側に設けた温度検出センサにより検出した温度と規定値とを比較し、規定値を逸脱する場合には、圧縮機を停止させるようにしている。

【0009】しかしこの方式においては、圧縮機を停止させる機能のみしか有しておらず、圧縮機の予防保全を行うことはできない。

【0010】又、この場合も、温度検出センサ等に故障が発生すると、必要以外の時に圧縮機が停止したり、あるいは停止すべき時に停止せず機械に大きな損傷を与える恐れがある。

【0011】本発明は、かかる従来の問題点を解決すべく新しきもので、圧縮機等の運転状態を監視しているセンサ類の信号を用いて圧縮機等の運転・停止中の状態を論理的に判断し、特別なセンサ類の追加なしに異常等を早期に検出し、表示部に異常及び異常理由を表示して事前メンテナンスを行い、圧縮機等の突発停止を予防する圧縮機の予防保全方法及び装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧力を検出し、潤滑油ポンプの起動時に上部規定油圧まで油圧が上昇する所要時間或いは潤滑油ポンプの停止時に下部規定油圧まで油圧が低下する所要時間を計測し、計測した所要時間が規定所要時間より短いことにより潤滑油系統の健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発す

るようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法、に係るものである。

【0013】請求項2記載の発明は、圧縮機に備えられる潤滑油ポンプの潤滑油圧力を検出する圧力センサと、潤滑油ポンプの起動時から油圧が上部規定油圧に上昇するまでの所要時間或いは潤滑油ポンプの停止時から油圧が下部規定油圧に低下するまでの所要時間を計測する時間計測手段と、計測した所要時間と規定所要時間とを比較して所要時間が規定所要時間より短いことにより滑油系統の健全性を判断し、所要時間が規定所要時間より長いことにより滑油系統の異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置、に係るものである。

【0014】請求項3記載の発明は、圧縮機の駆動電流を検出し、圧縮機の起動から電流が急上昇した後略無負荷電流に低下するまでの降下時間を計測し、計測した降下時間が規定時間範囲内にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法、に係るものである。

【0015】請求項4記載の発明は、圧縮機の駆動電流を検出する電流計と、圧縮機の起動から電流が急上昇した後略無負荷電流に低下するまでの降下時間を計測する時間計測手段と、計測した降下時間と規定時間範囲とを比較して降下時間が規定時間範囲内にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の健全性を判断し、降下時間が規定時間範囲外にあることにより圧縮機の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置、容量調整装置の異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置、に係るものである。

【0016】請求項5記載の発明は、圧縮機の吐出圧力を検出し、圧縮機吐出圧力が下限値から上限値まで変化する上昇時間を計測し、計測した上昇時間が規定上昇時間以下であることにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの健全性を確認し、異常の場合は異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法、に係るものである。

【0017】請求項6記載の発明は、圧縮機の吐出圧力を検出する圧力計と、圧縮機吐出圧力が下限値から上限値まで変化する上昇時間を計測する上昇時間計測手段と、計測した上昇時間と規定上昇時間とを比較して上昇時間が規定上昇時間以下であることにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの健全性を判断し、上昇時間が規定上昇時間以上であることにより圧縮機の性能、配管系統からのリークの異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部

と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置、に係るものである。

【0018】請求項7記載の発明は、圧縮機の特定制動力状態での消費動力を検出し、検出した消費動力が規定消費動力値以上であることにより電動機を停止し、消費動力が規定動力値に対して過小の場合にも異常を検出して、異常の理由と警報を発するようにしていることを特徴とする圧縮機の予防保全方法、に係るものである。

【0019】請求項8記載の発明は、圧縮機の消費動力を検出する消費動力検出手段と、検出した消費動力が規定動力値以上であることにより圧縮機過負荷の対応を行う論理回路と、消費動力が規定動力値に対して過小の場合に容量調整装置の不良、動力伝達装置の故障による異常を検出する論理回路と、該論理回路で検出された異常と異常の理由を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする圧縮機の予防保全装置、に係るものである。

【0020】又、請求項1又は3又は5又は7記載の方法の何れか2つ以上を同時に行うようにしたり、請求項2又は4又は6又は8記載の装置の何れか2つ以上を備えるようにしてもよい。

【0021】本発明によれば、圧縮機等の運転状態を監視しているセンサ類の信号を用いて、圧縮機等の運転・停止中等の過渡状態を論理的に判断し、特別なセンサ類の追加なしに、本来ありえない状態になった時にそれを異常として早期に検出し、表示部に異常理由を表示することにより事前メンテナンスを可能にし、これにより圧縮機等の突発停止を予防することができる。

【0022】更に、上記によって、比較的圧縮機等の知識レベルの低い操作員であっても、安心して運転操作を可能にすることができる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基いて説明する。

【0024】本発明は、運転中のみではなく、停止中、起動中等の過渡状態でのセンサからの信号変化等を論理的に確認し、本来ありえない状態になった時に異常として表示部分にメッセージを出し、これにより圧縮機等の比較的知識レベルの低い操作員でも安心して運転操作を可能にする予防保全方法及び装置を提供しようとするものである。

【0025】図1は、本発明を実施する回転式圧縮機の場合の基本システムの概略図であり、吸入スナバー1からの吸気を圧縮機2で圧縮し、圧縮流体3をレシーバ4に貯留し、レシーバ4に貯留された圧縮流体3を吐出弁5により目的場所に供給するようになっている。前記圧縮機2は電動機6により駆動されるようになっており、又、圧縮機2には潤滑油ポンプ7からの潤滑油8が供給されて潤滑が行われるようになっている。更に、圧縮機2には、図示しないガイドベーンの開度を調節することにより圧縮機2の容量を調節する容量調整装置9が設けられ

ている。

【0026】尚、図1では回転式圧縮機2について例示しているが、往復動式圧縮機2'の場合は往復動によって圧縮を行う点で異なっているのみであり、基本構成は回転式圧縮機2と類似しているため、図1の装置を用いて夫々の場合を説明する。

【0027】図2は、本発明を実施する圧縮機2, 2'の予防保全回路の基本形態を示したもので、図1の潤滑油ポンプ7からの潤滑油8の圧力を検出する圧力センサ10、圧縮機2を駆動する電動機6の駆動電流を検出する電流計11、圧縮機2の吐出圧力（レシーバ4内圧力）を検出する圧力計12、圧縮機2の消費動力を検出する消費動力検出手段13等の各種センサからの信号が論理判断部14に入力されるようになっている。

【0028】論理判断部14には、操作部15からの各種指令信号（規定信号）が入力されており、圧縮機2の停止中、起動中等の過渡状態でのセンサ10, 11, 12, 13等からの信号の変化等を論理的に確認し、本来ありえない状態になった時に異常として表示部17にメッセージを出すようになっている。又、データ記憶部18に前記各センサ10, 11, 12, 13等からの信号が記憶されており、前記異常が発生した場合に、何れの信号がどのように変化したことによって異常を引き起こしたかその理由を表示できるようになっている。

【0029】更に、前記センサ10, 11, 12, 13等からの検出値や論理判断部の判断結果がプリンター等の印字部19にて印字されるようになっており、共に、異常発生時には警報機20により音声で警報が発せられるようになっている。又、重故障等の異常発生場合には論理判断部14から電動機盤21に停止指令が出力されるようになっている。

【0030】近年、マイクロプロセッサを応用した制御装置（シーケンサ、制御用マイクロコンピュータ等）が簡単に使用できるようになり、前記論理判断部14にはこうした装置を使用することができる。更に、前記論理判断部14は、論理の深さによる価格差は少なく、且つ一度開発を済ませたソフトウェアは必要に応じて何度でも容易に利用することができるので、種々の演算を行わせる装置として好適に利用できる。

【0031】以下に、前記基本回路を示す図2を参照しながら予防保全について項目ごとに説明する。

#### 【0032】A. 潤滑油圧確認方法

図3は、往復動式圧縮機2'の場合の潤滑油圧力に基づいた制御フローを示したもので、潤滑油ポンプ7の起動と同時に潤滑油圧力を圧力センサ10により検出する。この時の潤滑油圧力は、図4に示すように変化する。

【0033】この時、潤滑油ポンプ7の起動から油圧が上部規定油圧 $P_u$ （運転維持必要圧力、例えば $1.8 \text{ kg/cm}^2$ ）に上昇するまでの所要時間 $T_u$ を時間計測手段22により計測する。

【0034】更に、論理回路23により所要時間 $T_u$ と予め求められている安全を考慮して設定された規定所要時間 $T_1$ とを比較する。前記圧縮機2'における潤滑油ポンプ7の回転が起動されると、通常10秒程度で潤滑油圧力が上部規定油圧 $P_u$ に到達するようになっており、従って、規定所要時間 $T_1$ を例えば余裕を見て20秒とする。

【0035】所要時間 $T_u$ が規定所要時間 $T_1$ より短い時、即ち $T_u < T_1$ の時は健全であると判断して、それを図2の表示部17に出力して表示し、又、所要時間 $T_u$ が規定所要時間 $T_1$ より長くなった場合には異常と判断して、それを表示部17に出力して表示する。

【0036】又、上記異常が急激に起こった場合には、圧縮機2'を保全するために、電動機盤21に停止指令を出力して圧縮機2'を停止させるようにしている。

【0037】従来技術における圧縮機2'の潤滑油に関する保安インターロックでは、起動から30秒程度までは潤滑油の圧力を確認せず、30秒程度経過後から圧縮機2'の運転を継続している限り、規定値（例えば $1.8 \text{ kg/cm}^2$ ）であることとしている。従って運転継続中に潤滑油圧力が規定油圧以下になると、圧縮機2'を停止させ、これにより機械の摺動部分の焼付きを防止している。

【0038】これに対し、本発明では、上記圧縮機2'を停止させる基本機能の他に、下記のようなメッセージを表示するようにしている。

【0039】上記したように、潤滑油ポンプ7の起動時における上記所要時間 $T_u$ は通常は10秒程度であるが、この値が規定所要時間 $T_1$ の例えば20秒を超過したような場合には、「潤滑油ポンプの性能劣化、あるいは潤滑油フィルタの閉塞」と表示するようにしている。

【0040】又、図5、図6では、潤滑油ポンプ7の停止から油圧が下部規定油圧 $P_d$ （例えば $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ）に下降するまでの所要時間 $T_d$ を時間計測手段24により計測している。

【0041】更に、論理回路25により所要時間 $T_d$ と予め求められている安全を考慮して設定された規定所要時間 $T_2$ とを比較するようにしており、所要時間 $T_d$ が規定所要時間 $T_2$ より短い時、即ち $T_d < T_2$ の時は健全であると判断して、それを図2の表示部17に出力して表示し、又、所要時間 $T_d$ が規定所要時間 $T_2$ より長くなった場合には異常と判断して、それを表示部17に出力して表示するようにしている。

【0042】このように、圧縮機の停止時における所要時間 $T_d$ が規定所要時間 $T_2$ をはるかに超えた場合には、圧力スイッチ等の「圧力センサ部への導圧配管の詰まり、あるいは圧力センサの故障」と表示するようにしている。

【0043】即ち、従来技術と同一センサを使用して、圧縮機の運転状態の過渡状態と組み合わせた論理判断を

実施するのみで、上記した通りの潤滑油ポンプの性能劣化、フィルタ、配管の詰まり、センサの故障等の情報を得ることができる。

【0044】これらの判断は、圧縮機の性能を熟知した運転員であれば、上記した状態を圧力ゲージを見るのみで判断可能であったが、圧縮機の性能に詳しくない運転員ではこれを期待できない。

【0045】この知識ベースを論理判断部14に組み込むことで、コストアップを最小限として、異常の発生を初期段階で検出し、対応を施すことにより圧縮機の突発停止を防止することが可能となる。

【0046】B. 起動電流確認による機械の異常検出方法

回転式圧縮機2等の機械の起動は無負荷状態にて起動する。従来技術では、この時の電動機に流れる電流が規定値以下であることを過負荷継電器を利用して確認することにより、電動機の焼損を防止している（単一目的のみ）。

【0047】本発明では、上記手段は勿論実施するが、圧縮機2の起動時に生ずる電動機6の起動電流を電流計11で計測し、検出電流が定格無負荷電流に低減するまでの時間を計測する。この時間は起動時間に相当する。

【0048】図7は回転式圧縮機2の場合の駆動電流に基づいた制御フローを示したもので、圧縮機2の起動開始と同時に圧縮機2の駆動電流を電流計11で検出する。

【0049】圧縮機2が起動すると、図8に示すように起動時に電流が急上昇してピーク電流26を示した後、無負荷電流27に降下するので、前記起動時に急上昇した電流が略無負荷電流27に低下するまでの降下時間 $T_a$ を計測する時間計測手段28を備えている。

【0050】計測した降下時間 $T_a$ と予め設定された規定時間範囲 $T_3$ とを論理回路29により比較して、降下時間 $T_a$ が規定時間範囲 $T_3$ 内であれば、容量調整装置9や無負荷起動装置等が健全であると判断し、降下時間 $T_a$ が規定時間範囲 $T_3$ 以下であることにより容量調整装置9の故障等と判断し、降下時間 $T_a$ が規定時間範囲 $T_3$ 以上であることにより圧縮機2の可動部分の摩擦損失、無負荷起動装置の異常判断して、それらの異常を図2の表示部17に表示するようにしている。

【0051】前記起動時の降下時間 $T_a$ は、電動機や機械の定格が決まると、その性能が維持されている状態では常に一定時間であるが、圧縮機2等では摩擦抵抗の増大、無負荷とするための容量調整装置9の不良、ベルト駆動機ではベルトのスリップ等機械的要因で上記降下時間 $T_a$ は変動する。電源電圧の変動も上記降下時間 $T_a$ を変動させる要因となるが、この変動幅が大きい場合はこれの影響は定量化が容易であるため、必要な場合には補正することもできる。

【0052】上記降下時間 $T_a$ の変動が規定時間範囲 $T$

3を大幅に超える場合は、機械の不良として警報を発信し、メンテナンスを実施することにより、機械の損傷を防止することができる。

#### 【0053】C. 圧縮機の簡易性能確認方法

本発明は、性能計測用の各種センサを設置することなしに、往復動式圧縮機2'の性能変化を検出して必要なメンテナンスを行うタイミングを検出するものである。

【0054】往復動式圧縮機2'等では吐出圧力が規定値以下になると負荷運転を開始し、規定圧力以上となると無負荷運転に移る、いわゆる負荷・無負荷制御方式を採用している。この制御方式を採用している圧縮機2'で、吐出側配管系統の容積が一定であり、且つ吸入側の圧力が一定で運転されている用途では、負荷運転時間と無負荷運転時間は、取扱いガスの使用量が一定であれば、一定となることに注目し、この負荷運転時間を計測し計算値と大幅に異なる場合に警報を発信するようにしている。

【0055】即ち、図9に示すように、圧縮機2'の吐出圧力(図1のレシーバ4の圧力)を圧力計12で検出し、圧縮機2'の負荷運転開始から圧縮機吐出圧力(レシーバ圧力)が上限になるまでの上昇時間Tpを上昇時間計測手段30で計測している。

【0056】更に、上昇時間計測手段30で計測した上昇時間Tpと規定上昇時間T4とを論理回路31により比較して、上昇時間Tpが規定上昇時間T4以上であれば圧縮機2'の性能、配管系統からのリークの健全性を判断し、上昇時間Tpが規定上昇時間T4以下であることにより圧縮機2'の性能、配管系統からのリークの異常を検出し、論理回路31で検出した異常と異常の理由を表示部17に表示するようにしている。

【0057】尚、図9では、圧縮機2'の負荷運転開始から圧縮機吐出圧力(レシーバ圧力)が上限になるまでの上昇時間Tpを検出しているが、圧縮機吐出圧力の変化率を検出して規定変化率と比較するようにしても良い。

【0058】一般に取扱いガスの流量は変動していることが多いが、本発明では取扱いガスの流量がゼロの時(外部からの信号受信、あるいは吐出ラインにある吐出弁5の閉止しているタイミングを利用)に上記負荷運転時間を計測することにより、計測条件変動によるデータの変動を防止するようにしている。

【0059】上記上昇時間Tpが規定上昇時間T4より大幅に長い時は、圧縮機2'の摺動部からのリーク量増大、容量調整弁部分でのリーク量の増大、配管系からのリーク増大等が想定され、メンテナンス必要時期であることが認識できる。

#### 【0060】D. 圧縮機の消費動力性能確認方法

圧縮機2, 2'の運転中の消費動力(電力又は電流)を計測し、消費動力が規定値を超えた場合は電動機6の過負荷防止のため運転を停止するのは公知の事実であり、

大多数の回転機械の保護装置として設置されている。

【0061】本発明では、上記の目的に使用する電力又は電流のセンサを活用し、圧縮機2, 2'運転中の動力の瞬時値が、規定値以下となった場合に、警報を発信させる機能を設けている。

【0062】この警報発信は下記状態が発生した時とする。

【0063】図10に示すように、全負荷で規定吐出圧力にて圧縮機2, 2'を運転中において、吐出圧力が規定値以内で、吸入圧力が規定値内にある時、消費動力Wa(例えば電流計11による電流)を消費動力検出手段13で計測し、検出した消費動力Waが規定動力値W以上である場合には論理回路32により従来と同様の圧縮機過負荷の対応を行ない、消費動力Waが規定動力値Wに対して過小の場合には、論理回路33により容量調整装置9の不良、動力伝達装置等の圧縮機の機械的故障

(ベルト切断、カップリングの破断)として異常を検出し、論理回路33で検出された異常と異常の理由を表示部17に表示するようにしている。

【0064】上記における吐出圧力の変動に対する論理必要動力の変動は、図11に示す程度であり、更に吸入圧力変動に対する論理必要動力の変動は図12に示す程度である。

【0065】従って、上記吐出圧力又は吸入圧力の変動が大きい場合は、これらの圧力を計測して変動分を補正することもできるが、故障状態では更に大きな変化を生ずるため、通常の制御範囲にて運転中は特に補正をしなくとも、正常、故障の判別は可能である。

【0066】上記したように、本発明によれば、圧縮機等の運転状態を監視しているセンサ類の信号を用いて、圧縮機等の運転・停止中等の過渡状態を論理的に判断し、特別なセンサ類の追加なしに、本来ありえない状態になった時にそれを異常として早期に検出し、表示部に異常理由を表示することにより事前メンテナンスを可能にし、これにより圧縮機等の突発停止を予防することができる。

【0067】これにより、比較的圧縮機等の知識レベルの低い操作員であっても、安心して運転操作を可能にすることができる。

【0068】前記A, B, C, Dに示した方法は、夫々を単独で実施する以外に、A, B, C, Dの方法の2つ以上を同時に実施するようにすることができ、これによって更に精度の高い予防保全を行わせるようにすることもできる。

【0069】尚、本発明は上記形態例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【0070】

【発明の効果】本発明によれば、圧縮機等の運転状態を監視しているセンサ類の信号を用いて、圧縮機等の運転

・停止中等の過渡状態を論理的に判断し、特別なセンサ類の追加なしに、本来ありえない状態になった時にそれを異常として早期に検出し、表示部に異常理由を表示することにより事前メンテナンスを可能にし、これにより圧縮機等の突発停止を予防することができる効果がある。

【0071】更に、上記によって、比較的圧縮機等の知識レベルの低い操作員であっても、安心して運転操作を可能にすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する回転式圧縮機の場合の基本系統の概略図である。

【図2】本発明を実施する圧縮機の予防保全回路の基本形態を示したブロック図である。

【図3】往復動式圧縮機における潤滑油ポンプ起動時の場合の潤滑油圧力に基づいた制御フローを示すブロック図である。

【図4】潤滑油ポンプ起動時の潤滑油圧力の変化を示す線図である。

【図5】往復動式圧縮機における潤滑油ポンプ停止時の場合の潤滑油圧力に基づいた制御フローを示すブロック図である。

【図6】潤滑油ポンプ停止時の潤滑油圧力の変化を示す線図である。

【図7】回転式圧縮機における駆動電流に基づいた制御フローを示すブロック図である。

【図8】回転式圧縮機起動時の駆動電流の変化を示す線図である。

【図9】圧縮機の吐出圧力に基づいた制御フローを示すブロック図である。

【図10】電動機消費動力に基づいた制御フローを示すブロック図である。

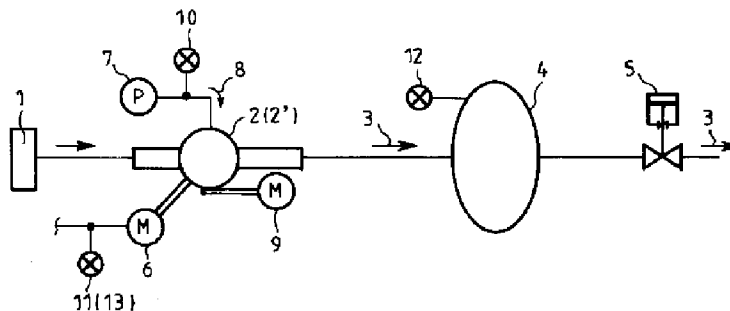
【図11】吐出圧力の変動に対する論理必要動力の変動を示す線図である。

【図12】吸入圧力変動に対する論理必要動力の変動を示す線図である。

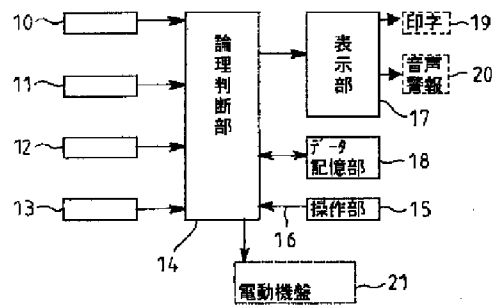
【符号の説明】

- 2 回転式圧縮機(圧縮機)
- 2' 往復動式圧縮機(圧縮機)
- 6 電動機
- 7 潤滑油ポンプ
- 8 潤滑油
- 9 容量調整装置
- 10 圧力センサ
- 11 電流計(センサ)
- 12 圧力計(センサ)
- 13 消費動力検出手段(センサ)
- 14 論理判断部
- 17 表示部
- 22 時間計測手段
- 23 論理回路
- 24 時間計測手段
- 25 論理回路
- 27 無負荷電流
- 28 時間計測手段
- 29 論理回路
- 30 上昇時間計測手段
- 31 論理回路
- 32 論理回路
- 33 論理回路
- Pd 下部規定油圧
- Pu 上部規定油圧
- T<sub>1</sub> 規定所要時間
- T<sub>2</sub> 規定所要時間
- T<sub>3</sub> 規定時間範囲
- T<sub>4</sub> 規定上昇時間
- T<sub>a</sub> 降下時間
- T<sub>d</sub> 所要時間
- T<sub>p</sub> 上昇時間
- T<sub>u</sub> 所要時間
- W 規定動力値
- Wa 消費動力

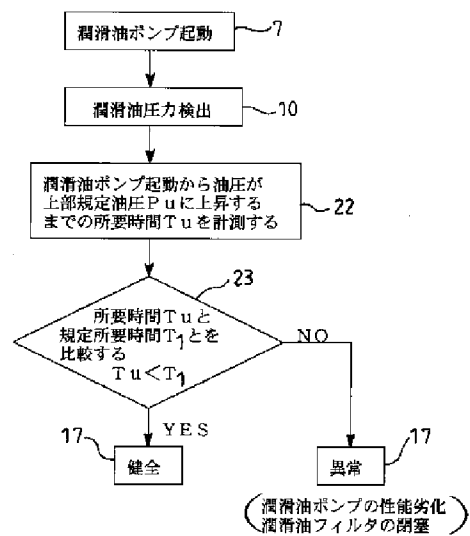
【図1】



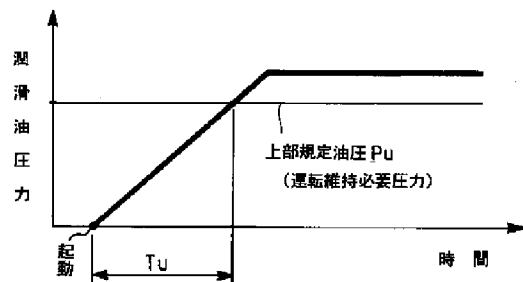
【図2】



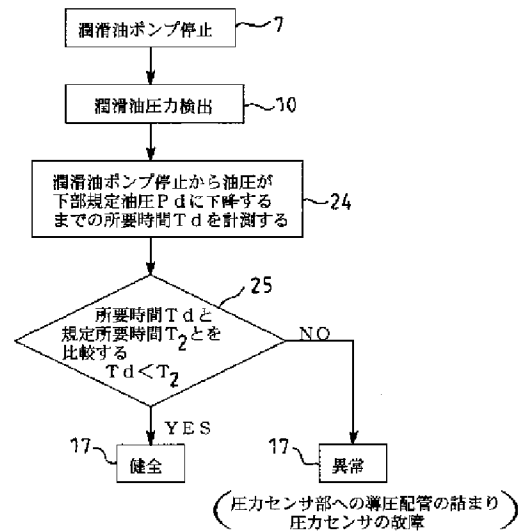
【図3】



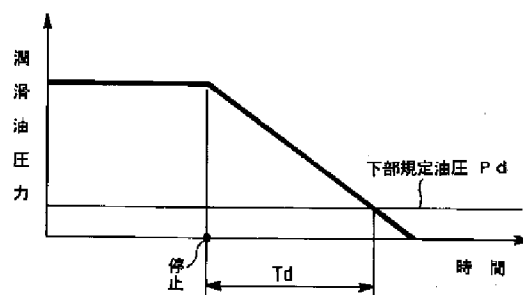
【図4】



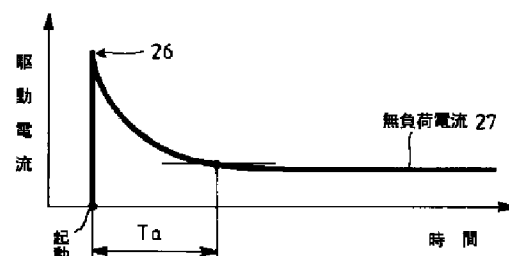
【図5】



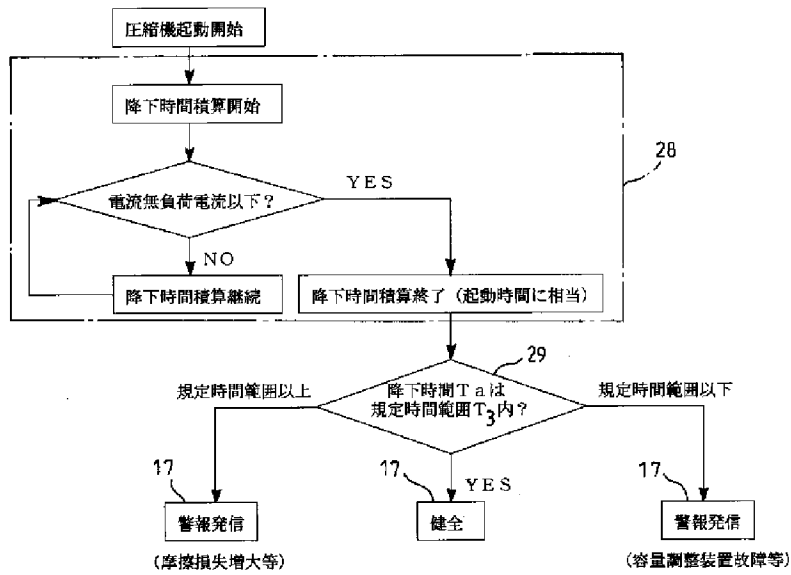
【図6】



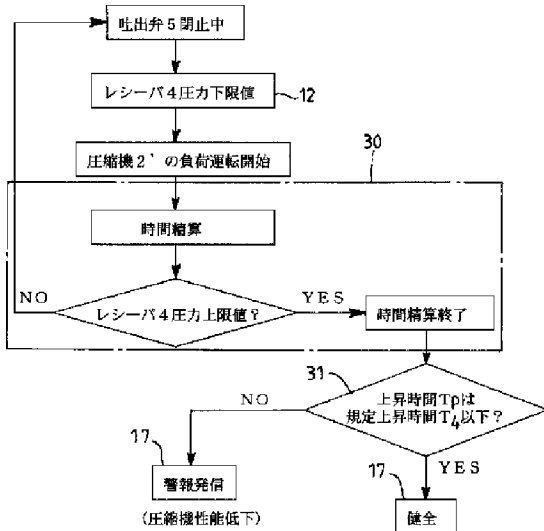
【図8】



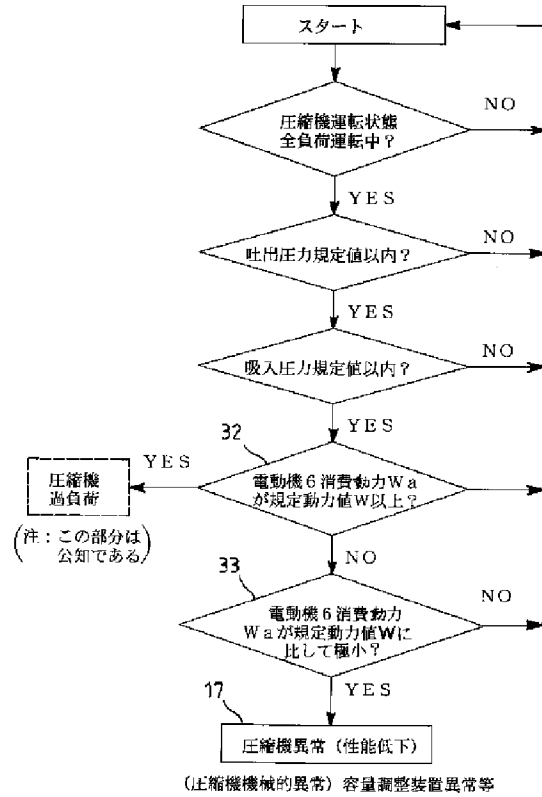
【図7】



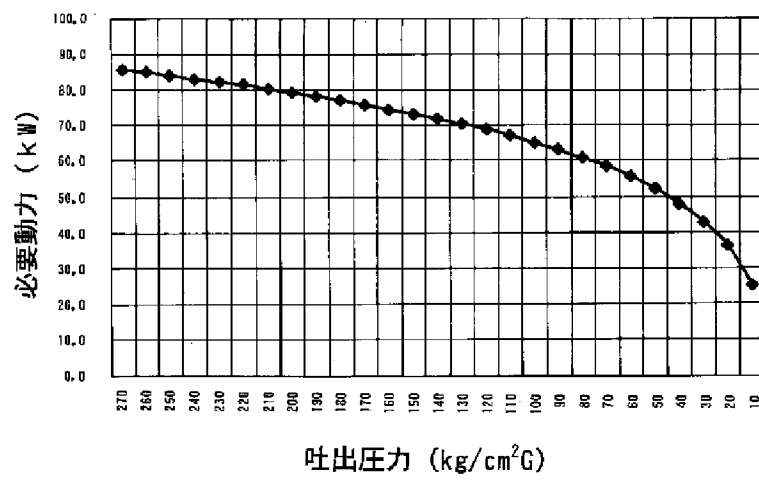
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

